

## بررسی رابطه میان آلودگی هوا، شدت انرژی و باز بودن اقتصاد ایران

محمدحسن فطرس

دانشیار دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی دانشگاه بوعلی سینا همدان  
fotros@basu.ac.ir

ابوالفضل نجارزاده

دانشجوی دکترای اقتصاد دانشگاه مفید  
abolfazlnajarzadeh@gmail.com

فهیمه پیروزمحمدی

کارشناس ارشد علوم اقتصادی  
f.pirooz@basu.ac.ir

یکی از مهم‌ترین مسائل زیست محیطی امروز که بشر با آن مواجه است، تغییرات آب و هوایی و گرمایش کره‌زمین است. دلیل اصلی تغییرات آب و هوایی، انتشار گازهای گلخانه‌ای است که از احتراق سوخت‌های فسیلی حاصل می‌شود. دی‌اکسید کربن ناشی از احتراق این سوخت‌ها با یکشنبه سیم میان سایر گازهای گلخانه‌ای بیش از نسام آلاینده‌ها مسئول آلوده شدن هوا است. آلودگی هوا و تغییرات آب و هوایی بسیاری از مسائل و مشکلات زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی را به وجود می‌آورد. در این پژوهش، برای بررسی ابعاد تازه‌ای از ارتباطات متغیرهای تأثیرگذار بر آلودگی هوا به مطالعه‌ای به روش ARDL پرداخته شد. هدف اصلی بررسی رابطه  $\text{CO}_2$  و شدت انرژی و درجه باز بودن اقتصاد است. به این منظور، از داده‌های سری زمانی ایران طی سال‌های (۱۳۸۶-۱۳۴۶) استفاده شد. نتایج حاکی از وجود رابطه مثبت و معنادار میان شدت انرژی و آلودگی هوا و ارتباط مثبت بین باز بودن اقتصاد و آلودگی هوا در بلندمدت است.

.F41, N7: JEL

واژه‌های کلیدی: شدت انرژی، دی‌اکسید کربن، باز بودن اقتصاد.

## ۱. مقدمه

اهمیت موضوع تغییرات آب و هوایی و ارتباط آن با مسائل اقتصادی آن را وارد ادبیات اقتصادی نموده است. این موضوع از جمله با طرح فرضیه زیستمحیطی کوزنتس وارد تحلیل‌های اقتصادی شد. اقتصاددانان محیط زیست به رابطه میان رشد اقتصادی و تخریب محیط‌زیست دست یافتند و فرضیه‌ای را مطرح ساختند که در آن یک رابطه به صورت U معکوس برای تبیین ارتباط تولید ناخالص داخلی سرانه و تخریب محیط‌زیست مطرح شده است. این فرضیه مبنای بسیاری از مطالعات علمی قرار گرفت و می‌توان گفت توجه به مسائل اقتصاد محیط‌زیست را افزایش داد.

علاوه بر معضل آلودگی‌های منطقه‌ای، مهم‌ترین مسئله زیستمحیطی مطرح شده گرم‌شدن زمین و تغییرات آب و هوایی است. افزایش تدریجی دمای جهانی عمدتاً ناشی از انتشار آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای است. در این میان، دی‌اکسیدکربن با سهم ۵۸/۸ درصدی از گازهای گلخانه‌ای بیشترین سهم را میان آلاینده‌ها به خود اختصاص داده است. دلیل اصلی این امر را می‌توان حرکت به سوی صنعتی‌شدن و بهره‌برداری بیشتر از سوخت‌های فسیلی دانست که احتراق این سوخت‌ها باعث آزاد شدن  $\text{CO}_2$  و انتشار آن می‌شود.

بر اساس پیش‌بینی گروه بین‌المللی تحقیق در خصوص تغییرات آب و هوای کره‌زمین، اگر روند فعلی افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای که عمدتاً دی‌اکسیدکربن حاصل از مصرف انرژی است ادامه یابد و هیچ تلاشی برای کاهش میزان انتشار این گازها صورت نگیرد دمای کره زمین تا سال ۲۱۰۰ بین ۴/۵–۵/۱ درجه سانتی‌گراد افزایش خواهد یافت که این افزایش در تاریخ بی‌سابقه است. این پدیده باعث بالا آمدن سطح دریاها خواهد شد و نیز تغییرات شدیدی در الگوهای جوی به وجود خواهد آورد (فطرس و براتی، ۱۳۹۰). نهادهای بین‌المللی با افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای و جدی شدن خطر تغییرات آب و هوایی در صدد یافتن راهکارهایی برای کنترل و کاهش میزان انتشار برآمده‌اند. در میان این تلاش‌ها در سطح بین‌المللی می‌توان به پروتکل کیوتو اشاره نمود که در آن تلاش شده است الزاماتی برای کشورها در جهت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای تا حد معینی ایجاد شود. همچنین، با افزایش تهدیدات آلودگی هوا و آگاهی از این موضوع مطالعات متنوعی در این زمینه انجام پذیرفت، اما عموم مطالعات انجام شده در این زمینه بر ارتباط مصرف انرژی و آلودگی هوا تکیه دارند. همانطور که سیف (۱۳۸۷) در مقاله‌ای به نقل از بومان (۲۰۰۸) بیان می‌دارد، در حال حاضر معیار شدت انرژی از جمله شاخص‌های استراتژیک در کشورهای توسعه‌یافته است که از آن برای بررسی افزایش کارایی انرژی هم از لحاظ کاهش وابستگی انرژی کشور به خارج و هم از لحاظ کنترل تبعات آب و هوایی مصرف بالای انرژی در داخل استفاده می‌کنند.

از سوی دیگر، هرچند مصرف انرژی بیشتر نشان از توسعه بیشتر است، اما برای توسعه پایدار می‌بایست همراه با این افزایش شدت مصرف انرژی کاهش یابد. بر این اساس، در این پژوهش بر آن شدیدم تا رابطه آلودگی هوا و شدت انرژی را بررسی نمایم. همچنین، قصد داریم رابطه باز بودن اقتصاد را نیز وارد مدل نماییم. فرضیه‌های تحقیق در قالب دو فرضیه به قرار زیر بیان شده‌است:

- شدت انرژی اثر مثبت و معناداری بر آلودگی زیست‌محیطی دارد.
- بازبودن اقتصاد اثر مثبت و معناداری بر آلودگی هوا دارد.

مقاله به این صورت سازماندهی شده است که در ابتدا مبانی نظری مورد بررسی قرار می‌گیرد و در بخش سوم مطالعات تجربی ارائه می‌گردد. بخش چهارم به ارائه مدل مورد بررسی اختصاص دارد و بخش پنجم به برآورده مدل و تفسیر نتایج می‌پردازد و در پایان بخش نتیجه‌گیری ارائه شده است.

## ۲. مبانی نظری

طی دهه‌های اخیر، مسائل زیست‌محیطی از جنبه‌های مختلفی مورد توجه قرار گرفته است. آغاز موج توجه عمومی به مسائل زیست‌محیطی طی دهه ۱۹۶۰ به وقوع پیوست و تمرکز عمدۀ این توجهات بر آلودگی صنعتی به واسطه رشد روزافرونه اقتصادهای صنعتی بود. در اواخر دهه ۷۰، مسائل مربوط به تجارت و محیط‌زیست اوج گرفت و طرفداران محیط‌زیست در اعتراض به وضعیت اسفاک محیط‌زیست ناشی از توسعه روزافرونه تجارت، مخالفت‌ها و نشست‌های گستردۀ ای در نقاط مختلف جهان ساماندهی کردند. به عقیده آنها، در اثر آزادسازی تجاری حجم فعالیت‌های اقتصادی (از جمله فعالیت‌های آلاینده) گسترش یافته و استفاده از منابع و انرژی به صورت نامناسبی افزایش می‌یابد. همچنین، طرفداران محیط‌زیست و مخالفان آزادسازی تجارت اذعان داشتند گسترش تجارت آزاد و افزایش فشارهای رقابتی بین بنگاه‌های داخلی و رقبای خارجی به ملایم شدن سیاست‌های زیست‌محیطی مناسب منتهی می‌شود و حتی تصویب و اجرای قوانین زیست‌محیطی ملی را در مواجهه با فرایند آزادسازی تجاري با تأخیر همراه می‌سازد، اما برخی طرفداران تجارت آزاد نه تنها با این دیدگاه که آزادسازی تجاري سبب تحریب محیط‌زیست می‌شود مخالفند، بلکه آزادسازی تجاري را موجب بهبود وضعیت محیط‌زیست معرفی می‌کنند. بر اساس استدلال آنها با توجه به واکنش کشورها به فشارهای رقابتی ناشی از گسترش تجارت آزاد و دسترسی به مزیت نسبی، استفاده از منابع کارا شده است و به این ترتیب اتفاق منابع و انرژی و آلایندگی مربوط به آنها کاهش می‌یابد.

با این وجود، گرومن گرومن (۱۹۹۱) در مطالعه‌ای آثار آزادسازی تجاري بر وضعیت محیط‌زیست را به سه اثر مقیاس، ترکیب و فناوری تفکیک نمودند. در این مطالعه، اثر مقیاس بیانگر

تغییر در اندازه فعالیت‌های اقتصادی، اثر ترکیب بیانگر تغییر در ترکیب یا سبد کالاهای تولیدی و اثر فناوری بیانگر تغییر در فناوری تولید بهویژه تغییر به سمت فناوری پاک است. بنابراین، بهدبال آزادسازی تجاری اثر مقیاس به افزایش تخریب محیط‌زیست و اثر فناوری به کاهش تخریب محیط‌زیست تمایل دارند. تأثیر اثر ترکیب نیز به نوع مزیت نسبی بستگی دارد، به‌گونه‌ای که با توجه نسبی در یک کشور اگر کشوری در کالاهای آلایند مزیت داشته و در تولید آن کالاهای تخصص یابد، در آن صورت اثر ترکیب به‌واسطه تغییر ترکیب کالاهای تولیدی کشور به سمت کالاهای آلایند آثار منفی بر محیط‌زیست بر جای می‌گذارد و اگر به‌واسطه وجود مزیت نسبی کشوری در کالاهای پاک، ترکیب کالاهای تولیدی آن کشور به سمت کالاهای پاک تغییر کند در آن صورت اثر ترکیب آثار مثبتی بر محیط‌زیست بر جای خواهد گذاشت. به‌طور کلی، بهدبال آزادسازی تجاری اگر اثر فناوری بر اثر مقیاس و ترکیب (در حالت کشوری با مزیت نسبی در صنایع آلایند) غالب شود یا اگر فناوری همراه با اثر ترکیب (در حالت کشوری با مزیت نسبی در صنایع پاک) بر اثر مقیاس غالب شود در آن صورت آزادسازی تجاری منجر به نتایج زیست‌محیطی مثبت می‌شود. در بنیادی‌ترین سطح، تجارت و محیط‌زیست به یکدیگر وابسته‌اند چراکه تمام فعالیت‌های اقتصادی بر پایه محیط‌زیست است. این اساس برای تمام نهادهای پایه (فلزات و مواد معدنی، جنگل‌ها و شیلات) و برای انرژی مورد نیاز برای اتمام مراحل کار وجود دارد. همچنین، مواد زاید اقتصادی به محیط‌زیست وارد می‌شود. تجارت به نوبه خود از نگرانی‌های زیست‌محیطی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. بنابراین، صادرکنندگان می‌بایست تقاضای بازار را با کالاهای سبزتر پاسخ دهند. رابطه میان تجارت و محیط‌زیست چندجانبه، پیچیده و مهم است.

در واقع، آثار تجارت بر محیط‌زیست به این موضوع بستگی دارد که تا چه حد محیط‌زیست و اهداف تجاری می‌توانند به صورت مکمل عمل کنند و از یکدیگر حمایت متقابل داشته باشند. نتیجه مثبت نیازمند سیاست‌های مناسب اقتصادی و زیست‌محیطی است. بر اساس چشم‌انداز تجارت و محیط‌زیست که از طریق برنامه محیط‌زیست بین‌الملل در سال ۲۰۰۰ ارائه شده است تجارت از سویی می‌تواند باعث ایجاد ثروت و افزایش رفاه گردد و از این رهگذر ثروت ایجاد شده برای محیط‌زیست مورد استفاده قرار گیرد و منافع حاصل از تجارت به معنای استفاده کمتر از منابع و تولید کمتر زیاله باشد. از سوی دیگر، از منظر زیست‌محیطی تجارت به معنای تولید کالای بیشتر و ایجاد خسارات زیست‌محیطی بیشتر خواهد بود و لزوماً باعث بهبود محیط‌زیست نمی‌شود.

بر اساس مطالعاتی صورت گرفته تاکنون رابطه مثبت یا منفی میان باز بودن اقتصاد و آلودگی هوا به اثبات نرسیده است. برخی مطالعات مانند ماکادو (۲۰۰۰)، مانگی و همکاران (۲۰۰۸)،

بولاتف و جنگیتز (۲۰۱۰)، هالیسوکلو (۲۰۰۹) و بهبودی و گلعدانی (۱۳۸۷) به رابطه معنادار دست یافته‌اند. اما گروهی دیگر از جمله لیونسون و تیلور (۲۰۰۶)، آنتولر و همکاران (۲۰۰۱)، تیلور (۲۰۰۴)، فرانکل (۲۰۰۲)، اسدی‌کیا و همکاران (۱۳۸۸) و پژویان و مرادحاصل (۱۳۸۶) در پژوهش‌های خود این رابطه را تأیید ننمودند. این پژوهشگران معتقد‌ند شواهد کمی در تأیید رابطه معنادار بین این دو وجود دارد و اثر موجود را کوچک می‌دانند. برخی مطالعات نیز مانند ماناگی و همکاران (۲۰۰۹) و برقی‌اسکویی (۱۳۸۷) رابطه مثبت یا منفی را به درآمد کشورها نسبت می‌دهند.

### ۳. مطالعات تجربی

این بخش به اجمالی برخی از عمده‌ترین مطالعات تجربی در خصوص رابطه میان آلودگی هوا، شدت انرژی و باز بودن اقتصاد را بررسی می‌کند که می‌توان به مطالعات زیر اشاره نمود: اتسویو و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهشی با استفاده از EKC و داده‌های پانل سال‌های (۱۹۷۰-۲۰۰۶)

به بررسی تعامل آزادسازی تجاری و محیط‌زیست در کشورهای آسه‌آن با تأکید بر ژاپن پرداخت که بر اساس نتایج به‌دست آمده، انتشار دی‌اکسیدکربن در تمام کشورهای عضو G ۵ شکل وارونه است. برخی کشورها هنوز در آغاز روند توسعه هستند، در نتیجه انتظار می‌رود سطح انتشار در آینده افزایش یابد. به‌طور کلی، صادرات به عنوان درصدی از تولید ناخالص داخلی عامل اصلی انتشار دی‌اکسیدکربن در فرایند توسعه کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه عضو بیان شد. همچنین، مطالعه‌وی هیچ مدرکی دال بر اثر سرمایه‌گذاری خارجی بر وحامت محیط‌زیست ارائه نکرد.

زانگ (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای به تحقیق بر رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی در روسیه پرداخت. وی

با اشاره به این موضوع که روسیه سومین مصرف کننده بزرگ انرژی در جهان است نشان می‌دهد که از سال ۲۰۰۲ بهره‌وری انرژی در روسیه افزایش یافت که به‌دلیل تعدیل ساختار صنعتی و رشد تکنولوژیکی است. همچنین، رابطه علیت دوسویه‌ای میان مصرف انرژی روسیه و رشد اقتصادی به‌دست آمد.

سویتانس و همکاران (۲۰۰۷) داده‌های سالانه تولید ناخالص داخلی واقعی، تشکیل سرمایه ثابت، نیروی کار، انرژی و انتشار دی‌اکسیدکربن را برای دوره (۱۹۶۰-۲۰۰۴) در ایالات متحده مورد بررسی قرار داده است. آنها به این موضوع پی بردنند که در بلندمدت مصرف انرژی دلیل اصلی انتشار کربن است. همچنین، دریافتند رابطه علی میان مصرف انرژی و درآمد وجود ندارد، اما علیت در رابطه با انرژی صادق است. آنها معتقد‌ند رشد درآمد به خودی خود نمی‌تواند مشکل محیط‌زیست را حل نماید و برای کاهش فشارهای زیست محیطی کاهش مصرف انرژی را پیشنهاد می‌دهند و آن را در بلندمدت از بین برنده رشد نمی‌دانند.

کوکلا گرایز (۲۰۰۹) نشان داد در کشورهای در حال توسعه تجارت و درآمد سرانه منجر به تغییر ساختار فعالیت‌های اقتصادی می‌شود. علاوه بر این، تأثیر رشد اقتصادی بر شدت آلودگی هوا در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه متفاوت است. وی تلاش می‌کند عواملی که به انتشار دی‌اکسیدکربن منجر می‌شوند را توضیح دهد و با یک تجزیه و تحلیل داده‌ها در سال‌های (۱۹۸۰-۲۰۰۳) نشان می‌دهد که گسترش اقتصاد شایع‌ترین عامل افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای توسعه‌یافته است. وی بیان می‌کند که شدت کربن و تغییر ترکیب اقتصاد از دیگر عوامل انتشار نهاده هر چند اثر کمتری دارد. وی می‌افزاید با کاهش شدت انرژی انتشار  $\text{CO}_2$  کاهش می‌یابد.

صبوری و سلیمانی (۲۰۱۱) در تلاشی برای بررسی رابطه دینامیکی انتشار دی‌اکسیدکربن، رشد اقتصادی، مصرف انرژی و تجارت خارجی در کشور ونزوئلا را در دوره (۱۹۷۱-۲۰۰۷) مطالعه نمودند. آنها در این مطالعه که به روش ARDL انجام گرفت فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس را تأیید نکردند. نتایج بلندمدت نشان داد که در اندونزی تجارت خارجی مهم‌ترین عامل انتشار دی‌اکسیدکربن پس از مصرف انرژی و رشد اقتصادی است.

ماناگی، هیبیکی و تارومی (۲۰۰۹) در تحقیق خود در زمینه اثر تجارت بر کیفیت محیط‌زیست با اشاره به این موضوع که در زمینه محیط‌زیست و ارتباط آن با رشد اقتصادی تا حد زیادی از نقش تجارت غفلت شده به نتایجی دست یافتند. آنها دریافتند که منفعت یا زیان تجارت در کشورها به نوع کشورها و نوع آلات‌ندهای بستگی دارد. تجارت برای کشورهای OECD دارای منفعت است، اما اثر زیان‌بخشی بر کشورهای غیر OECD می‌گذارد و در این کشورها میزان انتشار دی‌اکسیدکربن و دی‌اکسید‌سولفور را افزایش می‌دهد. همچنین، آنها دریافتند آثار پس از فرایند تعديل پویا در بلندمدت زیاد است هر چند در کوتاه‌مدت اثر چنانی را نشان نمی‌دهد.

نصرالهی و غفاری گولک (۱۳۸۹) با هدف تبیین اثر فعالیت‌های صنعتی و آلودگی هوا در صنایع ایران به بررسی داده‌های تابلویی سال‌های (۱۳۷۴-۱۳۸۶) پرداختند. آنها نشان دادند فعالیت صنایع تولیدی و حجم سرمایه فیزیکی اثر مثبتی بر آلودگی هوا دارد و بهره‌وری نیروی کار، قیمت سوخت‌های فسیلی و شدت مهارت نیروی انسانی اثر منفی بر آلودگی هوا دارد.

محمدی و همکاران (۱۳۸۸) در پژوهشی اثر مصرف حامل‌های انرژی را بر تولید ناخالص داخلی در ایران به روش ARDL در سال‌های (۱۳۴۶-۱۳۸۶) مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه دست یافتند که مصرف حامل‌های انرژی در کوتاه‌مدت تأثیر مثبتی بر تولید دارند، از این رو مصرف آنها سبب رشد اقتصادی می‌گردد. در بلندمدت مصرف گاز و برق بر تولید ناخالص داخلی اثر

مثبتی داشته است، اما مصرف انرژی کل و فرآورده های نفتی در بلندمدت اثر معناداری بر تولید ناخالص داخلی ندارند.

rstگار (۱۳۸۹) در مطالعه ای اثر شدت انرژی و رشد اقتصادی بر انتشار گاز دی اکسید کربن به این نتایج دست یافت که تولید ناخالص داخلی و شدت انرژی اثر مثبت و معناداری بر انتشار دی اکسید کربن دارد. یک درصد افزایش در شدت انرژی  $\text{CO}_2$  را  $0.07\%$  درصد افزایش می دهد و یک درصد افزایش تولید ناخالص داخلی دی اکسید کربن را  $0.11\%$  درصد افزایش می دهد. همچنین، به این نتیجه نیز دست یافت که با افزایش رشد اقتصادی کیفیت محیط زیست کاهش می یابد.

بهبودی و گلعنانی (۱۳۸۷) در مطالعه ای در ایران که برای سال های (۱۳۴۶-۱۳۸۳) به روش یوهانسون- جوسلیوسن صورت گرفت دریافتد که یک درصد افزایش شدت انرژی  $0.92\%$  درصد انتشار دی اکسید کربن را افزایش می دهد. همچنین، یک درصد افزایش تولید ناخالص داخلی باعث افزایش  $0.31\%$  درصدی در آلودگی هوا خواهد شد. ضریب تصحیح خطای نیز در این مدل  $0.63\%$  و معنادار به دست آمده است.

اسدی کیا و همکاران (۱۳۸۸) مدلی ارائه نمودند که در آن متغیرهای سرانه دی اکسید کربن، تولید ناخالص داخلی سرانه ایران، تعداد خودروهای سواری، درجه بازبودن اقتصاد، جمعیت و متغیرهای مجازی برنامه های توسعه بودند. در تحلیل های خود ارتباط معنادار و مثبتی میان تمام متغیرهای مستقل بجز باز بودن با دی اکسید کربن وجود داشته است. رابطه باز بودن و انتشار سرانه دی اکسید کربن منفی و به دست آمده است. همچنین، آنها برنامه توسعه را مؤثرترین برنامه کشور برای کاهش آلودگی هوا یافتند.

بهبودی و همکاران (۱۳۸۸) در تلاش دیگری رابطه مصرف انرژی، رشد اقتصادی، جمعیت شهرنشین، آزادسازی تجاری و انتشار دی اکسید کربن را به روش VAR بررسی نمودند. نتایج حاصل از این مطالعه رابطه مثبت میان تمام متغیرهای مستقل را با دی اکسید کربن در ایران نشان می دهد.

فرضیه زیست محیطی کوزنتس برای ایران به تلاش فطرس و نسرین دوست (۱۳۸۸) در چهار حالت بررسی شد: (الف) زمانی که معیار رشد اقتصادی درآمد سرانه است؛ (ب) زمانی که معیار رشد اقتصادی مصرف انرژی است؛ (ج) زمانی که معیار آلودگی، آلودگی هوا باشد؛ (د) زمانی که معیار آلودگی، آلودگی آب باشد. آنها در مقاله خود که برای کشور ایران و دوره زمانی (۱۳۵۹-۱۳۸۳) انجام دادند برای بررسی رابطه علیت میان متغیرها از روش تودا- یاماوموتو استفاده نمودند تا در صورت وجود این رابطه فرضیه زیست محیطی کوزنتس را برآورد کنند. نتایج نشان داده است که رابطه علی یکسویه از انتشار دی اکسید کربن به درآمد سرانه از انتشار دی اکسید کربن به مصرف انرژی سرانه از سرانه مصرف انرژی به آلودگی آب وجود دارد. همچنین، فرضیه زیست محیطی

کوزنتس برای انتشار دی‌اکسید کربن، درآمد سرانه، آلدگی آب و سرانه مصرف انرژی رد کردند و برای رابطه انتشار دی‌اکسید کربن و سرانه مصرف انرژی را قابل رد ندانستند. پژویان و مراد حاصل (۱۳۸۶) در یک کار تحقیقی به روش پانل دیتا برای ۹۷ کشور جهان اثر رشد اقتصادی، جمعیت شهری، قوانین زیست‌محیطی، تعداد خودروها و درجه باز بودن اقتصاد را مورد بررسی قرار دادند. نتایج کار آنها یک رابطه مثبت بین شهرنشینی و آلدگی هوا رابطه تولید ناخالص داخلی سرانه و دی‌اکسید کربن نیز به عنوان شاخص آلدگی هوا مثبت به دست آمد. همچنین، باز بودن اقتصاد را کاهنده آلدگی هوا می‌دانند.

#### ۴. معرفی مدل و روش مورد استفاده

در مطالعه حاضر از مدل STIRPAT<sup>۱</sup> استفاده شده است. این مدل، یک مدل میان‌رشته‌ای است که ارتباط بین علوم طبیعی و علوم اجتماعی را بیان می‌کند. هر اکوسیستم شامل چهار اصل تعامل اجزاء، محیط‌زیست، سازمان اجتماعی و فناوری است. این الگو بر بررسی ترکیبی از متغیرهای فیزیکی، بیولوژیکی و اجتماعی اصرار دارد. هدف از آن، توسعه سیستماتیک ارزیابی اثرات زیست‌محیطی است. مدل STIRPAT می‌تواند برای بررسی تعامل بین اجزاء برای درک در خصوص ایجاد و راه حل مشکلات زیست‌محیطی مورد استفاده قرار گیرد (دیتر و روزا، ۱۹۹۴). مدل اولیه به قرار زیر است:

$$I = aP_i^b A_i^c T_i^d e_i \quad (1)$$

که با لگاریتم گیری به صورت زیر در می‌آید:

$$\ln I = a + b(\ln P_i) + c(\ln A_i) + d(\ln T_i) + e \quad (2)$$

به عبارت دیگر می‌توان چنین نوشت:

$$CO2 = POP * G / POP * CO2 / GDP \quad (3)$$

---

1. Stochastic Impacts by Regression on Population, Affluence and Technology

بر اساس آنچه دیتر و روزا بیان داشتند با لگاریتم‌گیری از مدل به صورت زیر نشان داده می‌شود:

$$\ln CO_{2it} = a + b(\ln P_{it}) + c(\ln A_{it}) + d(\ln T_{it}) + e_i \quad (4)$$

مدل انتخابی در این پژوهش بر اساس همین الگو و با الگوگیری از مقاله فن و همکاران (۲۰۰۶) و عالم و همکاران (۲۰۰۷) با تعدیلات و افزودن متغیر باز بودن اقتصاد به شرح زیر است:

$$CO_2 = f(EI, GDP, URBN, O) \quad (5)$$

نمایش لگاریتمی مدل به صورت زیر ارائه می‌شود:

$$\ln CO_{2t} = a + \beta_1 \ln EI_t + \beta_2 \ln O_t + \beta_3 \ln GDP_t + \beta_4 \ln URBN_t + \epsilon_t \quad (6)$$

$CO_2$ : انتشار دی اکسید کربن به عنوان پارکسی آلودگی هوا (کیلو تن)

$EI$ : شدت انرژی<sup>۱</sup> (بر اساس بشکه به میلیارد ریال)

$O$ : درجه باز بودن اقتصاد

$GDP$ : تولید ناخالص داخلی سرانه (بر حسب هزار ریال)

$URBN$ : جمعیت شهری (به میلیون نفر)

$\epsilon$ : جمله اخلاق

$\beta_1 - \beta_4$ : کشش‌های متغیرها

اندیس  $a$ : در کنار متغیرها نشان‌دهنده زمان می‌باشد.

در این مطالعه، برای تجزیه و تحلیل شدت انرژی و باز بودن اقتصاد بر آلودگی هوا از داده‌های ایران طی سال‌های (۱۳۸۶-۱۳۴۶) استفاده شده است. داده‌های مقدار انتشار دی اکسید کربن از بانک جهانی استخراج شده است، شدت انرژی به کمک داده‌های ترازنامه انرژی محاسبه شده است و داده‌های اولیه محاسبه باز بودن اقتصاد، تعداد جمعیت شهرنشین و تولید ناخالص سرانه از داده‌های بانک مرکزی ایران استخراج شده است.

---

۱. شدت انرژی از فرمول شدت انرژی =  $\frac{\text{مقدار مصرف انرژی}}{\text{تولید ناخالص داخلی}}$  محاسبه شده است.

## ۵. برآورد مدل و تفسیر نتایج

### ۵-۱. بررسی ایستایی متغیرها

یکی از دلایل استفاده از ARDL این است که بدون درنظر گرفتن اینکه متغیرها (I(0) یا I(1) هستند قابل کاربرد است، اما دلیل اینکه چرا مانایی متغیرها بررسی می‌شود این است که پیش از برآورد مدل می‌بایست آزمون مانایی برای تمام متغیرها انجام شود تا اطمینان حاصل شود که هیچ یک از متغیرها (I(2) نیستند و بهاین وسیله از ارائه نتایج ساختگی اجتناب شود، زیرا هنگام وجود متغیرهای (I(2) در مدل آماره‌های F محاسبه شده قابل اعتماد نیستند. آزمون F مبتنی بر این فرض است که تمام متغیرهای موجود در مدل (I(0) و (I(1) هستند، بنابراین انجام آزمون ریشه واحد در مدل ARDL برای تعیین اینکه هیچ یک از متغیرها جمعی از مرتبه یک یا بیشتر هستند یا خیر ضروری است (آذربایجانی و همکاران ۱۳۸۸).

نتایج حاصل از آزمون دیکی-فولر تعیین یافته در جدول زیر به نمایش درآمده است. همانطور که ملاحظه می‌شود تعداد جمعیت شهرنشین در سطح و دیگر متغیرها با یک تفاضل مانا هستند، بنابراین می‌توان تخمین را به روش ARDL انجام داد.

جدول ۱. آزمون ریشه واحد برای متغیرهای مدل

نام متغیر	آماره آزمون ADF		نام متغیر	آماره آزمون ADF	
	با عرض از مبدأ	با عرض از مبدأ و روند		با عرض از مبدأ	با عرض از مبدأ و روند
ICO2	-۰/۹۸۰	-۲/۵۵۷	dICO2	***-۶/۵۲۶	***-۶/۴۲۷
IEI	-۰/۸۹۲۵	-۰/۴۶۴	dIEI	***-۴/۳۶۴۳	***-۴/۴۰۴
LO	-۱/۱۱۲	-۲/۰۱۰	dLO	***-۵/۳۶۵	***-۵/۲۹۱۷
IGDPP	-۱/۷۶۴۹	-۱/۲۵۸۴	dIGDPP	**-۳/۵۱۲	-۲/۹۱۰۹
IURBN	***-۵/۲۹۵	۱/۴۳۴	dIURBN	-۰/۸۵۷	۱/۸۵۲

معناداری در سطوح ۱، ۵ و ۱۰ درصد به ترتیب با \*\*\*، \*\* و \* نشان داده شده است.

مأخذ: نتایج تحقیق.

پس از اینکه از مانا بودن متغیرها اطمینان حاصل شد برای بررسی رابطه کوتاه‌مدت میان متغیرها تخمین مدل و تعیین رابطه انجام گرفت. در این مرحله اگر هر یک از متغیرهای موجود در مدل دارای احتمال کوچکتر از ۰/۰۵ باشد رابطه کوتاه‌مدت میان آن متغیر و متغیر وابسته وجود دارد و میزان توضیح‌دهنگی آن بستگی به میزان ضریب تأثیر دارد. در جدول زیر نتایج حاصل از تعیین روابط کوتاه‌مدت آمده است.

جدول ۲. نتایج برآورد روابط کوتاهمدت

ARDL (1, 1, 0, 1, 0)		Std. Error	t-Statistic	Prob
Variable	Coefficient			
LCO <sub>2</sub> (-1)	.0/۲۶۶	.0/۱۲۳	۲/۱۶۷	.0/۰۳۸
LEI(-1)	.0/۵۹۳	.0/۲۶۶	۲/۲۲۳	.0/۰۳۳
LO	.0/۰۶۵	.0/۰۹۲۱	.0/۷۱۶	.0/۴۷
LURBN	-.0/۳۷۴	.0/۱۳۹	-۲/۶۹۱	۱/۰۱۱
LURBN(-1)	.0/۳۸۹	.0/۱۳۶	۲/۸۴۸	.0/۰۰۸
LGDPP	.0/۷۱۰	.0/۱۷۰	۴/۱۶۵	.0/۰۰۰
C	-.0/۶۸۳	۱/۰۱۹	-۰/۳۷۵	.0/۷۱۰
		٪۹۵	٪۹۰	
F	LOWER BOUND	UPER BOUND	LOWER BOUND	UPER BOUND
۳/۹۵۶	۳/۱۹۹	۴/۴۷	۲/۶۵	۳/۷۹

مأخذ: نتایج تحقیق.

همانطور که ملاحظه می شود تمام متغیرها بجز درجه باز بودن اقتصاد معنادار هستند. از سوی دیگر، تمام ضرایب متغیرها طبق انتظار است.

متغیر شدت انرژی با یک دوره وقفه رابطه مثبت و معناداری با آلودگی هوا دارد. متغیر جمعیت شهرنشین در دوره اول معنادار است، اما رابطه آن با دی اکسید کربن منفی است. پس از یک دوره و با تطبیق با زندگی شهری این رابطه مثبت و معنادار می شود. رابطه تولید ناچالص داخلی سرانه و متغیروابسته مدل نیز مثبت و معنادار به دست آمد. در مورد درجه بازبودن اقتصاد رابطه مثبت وجود دارد، اما سطح معناداری بسیار کم است. برای تعیین اینکه رابطه بلندمدت نیز بین متغیرهای مدل وجود دارد یا خیر می بایست آماره F مورد سنجش قرار گیرد.

فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود رابطه بلندمدت میان متغیرها ( $H_0: \alpha_1=\alpha_2=\alpha_3=\alpha_4=0$ ) را در برابر فرضیه مخالف ( $H_1: \alpha_1 \neq \alpha_2 \neq \alpha_3 \neq \alpha_4 \neq 0$ ) با استفاده از آماره F آزمون می کنیم. اگر آماره F محاسباتی از حد بالای محدوده مقادیر بحرانی ارائه شده از سوی پسران و همکاران تجاوز نماید، فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها را رد می کنیم. اگر آماره F محاسباتی کمتر از حد پایین این محدوده باشد فرضیه صفر را نمی توان رد کرد و چنانچه آماره F محاسباتی درون محدوده بحرانی قرار گیرد، نتیجه نامشخص و غیرقابل استنباط خواهد بود. در رابطه با تمام معادلات این رویه راطی می کنیم. مقدار آماره محاسبه شده F در سطح ۹۵ درصد بین دو مقدار حد بالا و پایین قرار دارد و نامشخص و غیرقابل استنباط است، اما در سطح ۹۰ درصد این آماره بالاتر از مقدار حد بالایی است. بنابراین، فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود رابطه بلندمدت در سطح ۹۰ درصد رد می شود، در نتیجه

رابطه بلندمدت میان متغیرها وجود دارد. پس از اطمینان از وجود رابطه بلندمدت می‌بایست رابطه تعیین‌شده و معناداری متغیرها به اثبات برسد. نتایج حاصل از تخمین چنین است:

**جدول ۳. نتایج برآورد روابط بلندمدت**

<b>ARDL (1,1,0,1,0 )</b>				
<b>Variable</b>	<b>Coefficient</b>	<b>Std. Error</b>	<b>t-Statistic</b>	<b>Prob</b>
LEI	.۰/۶۹۷۳	.۰/۱۹۰۲	۳/۶۶۴	.۰۰۱
LO	.۰/۰۸۹۹	.۰/۱۲۶۱	.۰/۷۱۱۳	.۰۴۸۱
LURBN	.۰/۲۰۳۶	.۰/۷۲۳۰	۲/۸۱۶	.۰۰۸
LGDPP	.۰/۹۶۸۳	.۰/۱۸۳۸	۵/۲۶۶	.۰۰۰

مأخذ: نتایج تحقیق.

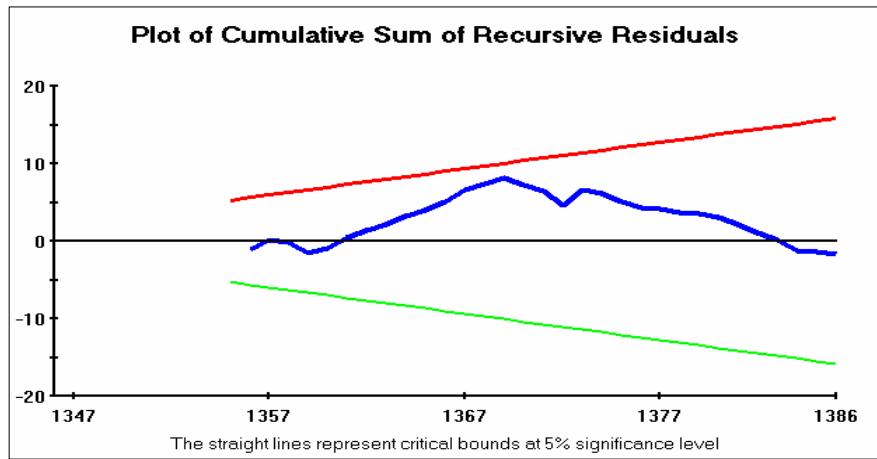
نتایج حاصل از تعیین رابطه بلندمدت حاکی از وجود رابطه مثبت و معنادار میان آلدگی هوا و شدت انرژی و همچنین رابطه مثبت و معنادار بین آلدگی هوا و شهرنشینی است.

**جدول ۴. نتایج برآورد الگوی ECM**

<b>Variable</b>	<b>Coefficient</b>	<b>Std. Error</b>	<b>t-Statistic</b>	<b>Prob</b>
dLEI	-۰/۰۸۲	.۰/۲۴	-۰/۳۴	.۰/۷۳۵
dLO	.۰/۰۶۵	.۰/۰۹۲	.۰/۷۱	.۰/۴۷۹
dLURBN	-۰/۳۷۴	.۰/۱۳۹	-۲/۶۹	.۰/۰۱۱
dLGDPP	.۰/۷۱۰	.۰/۱۷۰	۴/۱۶	.۰۰۰
Ecm(-1)	-۰/۷۳۳	.۰/۱۲۳	۵/۹۵	.۰۰۰

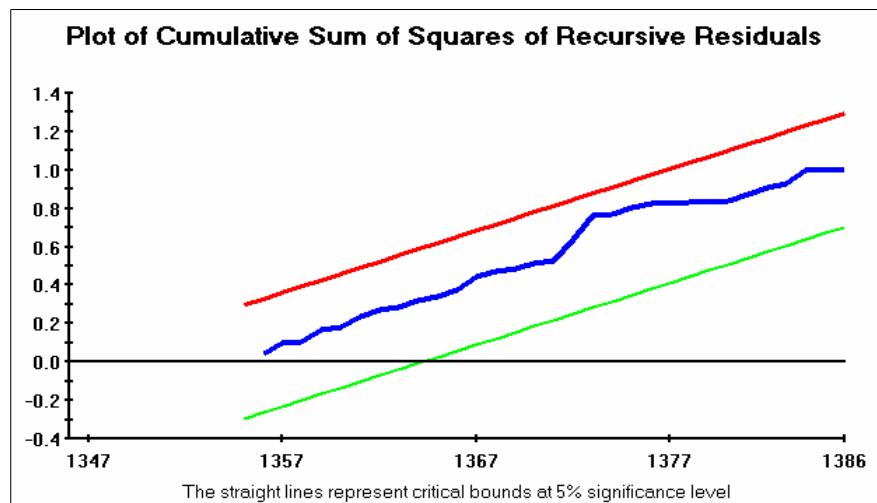
مأخذ: نتایج تحقیق.

**۵-۲. نتایج بررسی استحکام مدل با استفاده از آزمون‌های CUSUM SQ و CUSUM**  
بر اساس آزمون‌های CUSUM SQ و با توجه به اینکه مدل به روش ARDL برآورد شده است می‌توان گفت که مدل برآورد شده از استحکام مناسبی برخوردار است، زیرا آزمون منحنی موردنظر بین فواصل اطمینان قرار دارد.



مأخذ: نتایج تحقیق.

نمودار ۱. استحکام مدل با استفاده از آزمون CUSUM



مأخذ: نتایج تحقیق.

نمودار ۲. استحکام مدل با استفاده از آزمون CUSUM SQ

## ۶. نتیجه‌گیری

در بررسی ارتباط پویای متغیرها مشاهده شد که رابطه مثبت بین انتشار دی‌اکسیدکربن و شدت انرژی، باز بودن اقتصاد، تولید ناخالص داخلی سرانه و جمعیت شهرنشین (با یک دوره وقفه) وجود دارد.

اثر شدت انرژی بر دی‌اکسیدکربن به عنوان شاخص آلدگی هوا در کوتاه‌مدت با یک دوره وقفه به صورت مثبت و معنادار نمایان شده و در بلندمدت این رابطه مثبت و معنادار است. به عبارتی، این رابطه نشان‌دهنده این است که کشش دی‌اکسیدکربن نسبت به شدت انرژی  $0.69$  است؛ یعنی در بلندمدت با افزایش یک درصد در شدت انرژی انتشار دی‌اکسیدکربن به میزان  $0.69$  افزایش می‌باید. این ارتباط با مبانی نظری کاملاً سازگار است. همچنین، با سایر مطالعات از جمله عالم و همکاران ( $2007$ )، آنگ ( $2007$ ) و فن و همکاران ( $2006$ ) همسو می‌باشد. استفاده ایران از ساخت‌های فسیلی به عنوان مهم‌ترین عامل انتشار دی‌اکسیدکربن برای عدمه فعالیت‌های اقتصادی یکی از دلایل این رابطه می‌باشد. استفاده بی‌رویه ایران به عنوان یک کشور نفتی از این منابع برای تولید محصول که ایران را به یکی از کشورهای با شدت انرژی بالا حتی در میان صادرکنندگان نفت تبدیل کرده است. یکی از دلایل مثبت بودن این رابطه و بزرگ بودن ضریب و کشش میان این دو متغیر محسوب می‌شود. به دلایل دیگری همچون پایین بودن کارایی تولید و بهره‌وری در ایران و اتلاف انرژی نیز می‌توان اشاره نمود. با توجه به ضریب به دست آمده یکی از مهم‌ترین دلایل انتشار دی‌اکسیدکربن در ایران شدت بالای انرژی است.

رابطه بازبودن اقتصاد با انتشار دی‌اکسیدکربن هرچند مثبت به دست آمد، اما طی دوره مورد مطالعه ما و روش استفاده شده معنادار نشد. همانطور که پیش از این نیز اشاره شد برخی مطالعات رابطه کوچکی بین این دو متغیر قائل هستند و آثار آن را معنادار نمی‌دانند. این نتیجه با یافته‌های لیون‌سون و تیلور ( $2006$ )، آنتویلر و همکاران ( $2001$ ) و تیلور ( $2004$ ) سازگار است.

کشش انتشار دی‌اکسیدکربن نسبت به تولید ناخالص داخلی سرانه مثبت است و در این پژوهش  $0.96$  به دست آمده است؛ یعنی با افزایش یک درصدی در تولید ناخالص داخلی ایران انتشار دی‌اکسیدکربن  $0.96$  افزایش می‌یابد. این نتیجه در راستای یافته‌های بہبودی و گلستانی ( $1387$ )، واشقی و اسماعیلی ( $1388$ ) و عالم و همکاران ( $2007$ ) می‌باشد. بهنظر می‌رسد دلیل این موضوع این باشد که افزایش تولید در کشور مستلزم استفاده از انرژی است و انرژی یکی از عوامل مهم تولید محسوب می‌شود. در کشور ما به عنوان یکی از کشورهایی که به منابع انرژی دسترسی دارد این نقش پررنگ‌تر می‌شود و به دلیل دسترسی به انرژی ارزان و فراوان ساختار تولیدات انرژی بر می‌باشد. دلیل دیگری که می‌توان عنوان نمود این است که به دلیل پایین بودن تکنولوژی تولید و به روز نبودن آن و وجود

موانع واردات تکنولوژی آلاینده‌های بیشتری در فرایند تولید منتشر می‌شود. تغییرات ساختاری را نیز به عنوان یکی دیگر از دلایل می‌توان نام برد. با حرکت به سوی افزایش تولیدات صنعتی تمرکز بر تولیدات صنعتی افزایش می‌باید و سهم تولیدات در بخش‌های کشاورزی به سوی سایر بخش‌ها با آلاینگی بالا منتقل می‌شود. این رابطه مثبت نیز با مطالعات عالم و همکاران (۲۰۰۷)، آنگ (۲۰۰۹ و ۲۰۰۷) مطابقت دارد.

بررسی رابطه جمعیت شهرنشین و آلودگی هوا نیز از این موضوع حکایت دارد که با افزایش یک درصدی تعداد جمعیت شهرها  $0/2$  به آلودگی هوا افزوده می‌شود. این متغیر در کوتاه‌مدت در دوره اول رابطه مثبت نشان نداد اما با یک دوره وقفه رابطه مثبت و معنادار شد. می‌توان این گونه تحلیل نمود که در سال اول مهاجرت به شهرها هنوز عادات اولیه وجود دارد و با زندگی شهری تطبیق پیدا نکرده است، اما پس از وقفه کوتاه یک دوره‌ای اثر خود را نشان می‌دهد. وجود رابطه مثبت می‌تواند به این دلیل باشد که با افزایش جمعیت شهری تقاضای خودروهای موتوری افزایش می‌باید در نتیجه به میزان ترافیک شهرها افزوده می‌گردد که افزایش ترافیک شهری یکی از عوامل دلایل افزایش آلودگی هوا می‌باشد. از سوی دیگر، همگام با زندگی شهری استفاده از انرژی برق در مصارف خانگی نیز افزایش می‌باید که خود دلیل افزایش آلاینده‌هاست.

پس از این مراحل این موضوع مورد آزمون قرار گرفت که در صورت بروز شوک چند دوره برای تعديل به سمت بلندمدت طول می‌کشد. ضریب موردنظر  $7/0$ - به دست آمد که نشان می‌دهد در هر دوره بیش از نیمی از عدم تعادل تعديل می‌شود و کمتر از دو دوره برای تعديل کامل زمان نیاز است. نمودارهای گرافیکی استحکام مدل نیز ثبات متغیرهای مدل را تأیید کردند.

در این مطالعه رابطه شدت انرژی، تولیدناخالص داخلی سرانه و تعداد جمعیت شهرنشین در بلندمدت برای ایران رد نشد، اما رابطه بازبودن و آلودگی هوا با توجه به سطح معناداری پایین آن رد شد. با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق سیاستگذاران و دولتمردان با انگیزه بیشتری می‌توانند بر پایه اهداف بلندمدت و همچنین بر مبنای توسعه پایدار برنامه‌ریزی نمایند.

## منابع

- آذربایجانی، کریم، شهیدی، آمنه و فرزانه محمدی (۱۳۸۸)، "بررسی ارتباط بین سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، تجارت و رشد در چارچوب یک الگوی خود توضیح با وقفه‌های گسترد (ARDL)"، پژوهش‌های اقتصادی، سال نهم، شماره دوم، تابستان، صص ۱-۱۷.
- اسدی کیا، هیوا، اویارحسین، رضا، صالح، ایرج، رفیعی، حامد و سمانه زارع (۱۳۸۸)، "رابطه رشد و آلودگی در ایران با نگاهی بر برنامه توسعه"، محیط‌شناسی، شماره ۵۱، صص ۱۰۰-۱۹۳.
- برقی اسکویی، محمدمهدی (۱۳۸۷)، "آثار آزادسازی تجاری بر انتشار گازهای گلخانه‌ای (دی‌اکسیدکربن) در منحنی زیست‌محیطی کوزنتس"، تحقیقات اقتصادی، شماره ۸۲، صص ۱-۲۱.
- برنامه توسعه سازمان ملل (۱۳۹۰)، مبارزه با تغییرات آب و هوا/ای، ترجمه محمدحسن فطرس و جواد براتی، همدان: دانشگاه‌ابوالی‌سینا.
- بهبودی، داود و فیروز برقی گلعنانی (۱۳۸۷)، "اثرات زیست‌محیطی مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران"، فصلنامه اقتصاد مقاومتی، دوره ۵، شماره ۴، صص ۳۵-۵۳.
- پژویان، جمشید و نیلوفر مراد‌حاصل (۱۳۸۶)، "بررسی اثر رشد اقتصادی بر آلودگی هوا"، پژوهش‌های اقتصادی، شماره ۴، صص ۱۴۱-۱۶۰.
- دفتر برنامه انرژی وزارت نیرو، تراز نامه انرژی، سال‌های مختلف، تهران: وزارت نیرو.
- سیف، الهمad (۱۳۸۷)، "شدت انرژی: عوامل تأثیرگذار و تخمین یکتابع پیشنهادی"، مطالعات اقتصاد انرژی، شماره ۱۸، صص ۲۰۱-۱۷۷.
- فطرس، محمدحسن و رضا معبدی (۱۳۸۹)، "رابطه علی مصرف انرژی، جمعیت شهرنشین و آلودگی محیط‌زیست در ایران (۱۳۵۰-۱۳۸۵)", مطالعات اقتصاد انرژی، شماره ۲۷، صص ۱-۱۷.
- فطرس، محمدحسن، فردوسی، مهدی و حسین مهریما (۱۳۹۰)، "بررسی تأثیر شدت انرژی و گسترش شهرنشینی بر تخریب محیط‌زیست در ایران (تحلیل هم‌جمعی)", محیط‌شناسی، شماره ۶۰.
- نصرالله‌ی، زهرا و مرضیه غفاری گولک (۱۳۸۹)، "بررسی رابطه آلودگی هوا و رشد اقتصادی در سطح استان کشور"، دانش و تروسعه، شماره ۳۳، صص ۱۸۳-۱۶۴.
- وائقی، الهه و عبدالکریم اسماعیلی (۱۳۸۸)، "بررسی عوامل نعین‌کننده انتشار گاز  $CO_2$  در ایران (کاربرد نظریه زیست‌محیطی کوزنتس)", محیط‌شناسی، شماره ۵۲، صص ۹۹-۱۱۰.
- Alam, Shaista, Fatima, Ambreen & Muhammad Butt (2007), "Sustainable development in Pakistan in the Context of Energy Consumption Demand and Environmental Degradation", *Journal of Asian Economics*, Vol. 18, PP. 825-837.
- Ang, James B. (2007), "CO<sub>2</sub> Emission, Energy Consumption and Output in France", *Energy Policy*, Vol. 35, PP. 4772 - 4778.
- Ang, James, B. (2009), "CO<sub>2</sub> Emissions, Research and Technology Transfer in China", Munich Personal RePEc Archive, 13261, PP. 1-23.
- Antweiler, W., Copeland, B.R. & M.S. Taylor (2001), "Is Free Trade Good for the Environment?", *American Economic Review*, Vol. 91, PP. 877-908.
- Boulatoff, Catherine & Michael Jenkins (2010), "Long-Term Nexus between Openness, Income and Environmental Quality", International Atlantic Economic Society.

- Dietz, Thomas & Eugene A. Rosa (1994), "Rethinking the Environmental Impacts of Population, Affluence and Technology", *Human Ecology Review*, Vol. 1, PP. 277-300.
- Fan, Y.LC Liu, G. Wu & Y.M. Wei (2006), "Analyzing Impact Factors of CO<sub>2</sub> Emissions Using the STIRPAT Model", *Environmental Impact Assessment Review*, Vol. 26, PP. 377-395.
- Frankel, Jeffrey A. Rose & K. Andrew (2002), "Is Trade Good or Bad for the Environment Sorting out the Causality?", Working Paper.
- Grossman, Gene M. & B. Krueger Alan (1991), "Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement".
- Halicioglu, F. (2009), "An Econometric Study of CO<sub>2</sub> Emission, Energy Consumption, Income and Foreign Trade in Turkey", *Energy Policy*, Vol. 37, PP. 1156-1164.
- International Institute for Sustainable Development (2000), Environment and Trade A Handbook, IISD, Canada.
- Kukla-Gryz, A. (2009), "Economic Growth, International Trade and Air Pollution: A Decomposition Analysis", *Ecological Economics*, Vol. 68, No. 5, PP. 1329-1339.
- Levinson, Arik & Taylor, M. Scott (2006), "Unmasking the Pollution Haven Effect", *International Economic Review*, Vol. 49, PP. 223-254.
- Machado, Giovani Vitória (2000), "Energy Use, CO<sub>2</sub> Emissions and Foreign Trade: An IO Approach Applied to the Brazilian Case", XIII International Conference on Input-Output Techniques.
- Managi, Shunsuke, Hibiki, Akira & Tsurumi, Tetsuya (2008), "Does Trade Liberalization Reduce Pollution Emissions?", RIETI Discussion Paper Series, 08-E-013.
- Michida, Etsuyo, Atici, Cemal & Michikazu Kojima (2011), "Does Quality Matter in the Iron and Scrap Trade?", IDE Discussion Papers 282, Institute of Developing Economies, Japan External Trade Organization(JETRO).
- Shi, Anqing (2001), "Population Growth and Global Carbon Dioxide Emissions", Paper Presented at IUSSP Conference in Brazil, PP. 1 – 39.
- Silva, Andrade, Ionta, Fabiano & Guerra Sinclair Mallet Guy (2009), "Analysis of the Energy Intensity Evolution in the Brazilian Industrial Sector (1995-2005)", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 13, PP. 2589-2596.
- Sztukowski, John (2010), "A STIRPAT Model of Sect Oral CO<sub>2</sub> Emission at the County Scale", Colorado State University, Department of Sociology.
- Soytas, Ugur & Sari, Ramazan & T. Ewing, Bradley (2007), "Energy Consumption, Income and Carbon Emissions in the United States", *Ecological Economics*, Elsevier, Vol. 62, No. 3-4, PP. 482-489, May.
- Taylor, M. Scott (2004), "Trade, Growth and the Environment", NBER Working Paper, Series, Vol. 9823, PP. 1-103.
- Zhang, Yue Jun (2011), "Interpreting the Dynamic Nexus between Energy Consumption and Economic Growth: Empirical Evidence from Russia", *Energy Policy*, Elsevier, Vol. 39, No. 5, PP. 2265-2272, May.

